

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公表  
⑫ 公表特許公報(A) 平4-501056

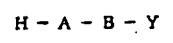
⑬ 公表 平成4年(1992)2月27日  
⑭ Int.Cl.<sup>9</sup> 識別記号 庁内整理番号 審査請求 未請求  
C 12 P 21/02 B 8214-4B 予備審査請求 有 部門(区分) 1(1)

(全 18 頁)

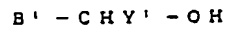
⑮ 発明の名称 ジベプチドまたは構造関連化合物の酵素的製造方法  
⑯ 特 願 平1-508952  
⑰ 出 願 平1(1989)8月14日  
⑱ 翻訳文提出日 平3(1991)2月8日  
⑲ 国際出願 PCT/DK89/00193  
⑳ 国際公開番号 WO90/01555  
㉑ 国際公開日 平2(1990)2月22日  
優先権主張 ㉒ 1988年8月12日 ㉓ デンマーク(DK) ㉔ 4521/88  
㉕ 発 明 者 アースムル — オルセン, ス デンマーク国ディーケー — 2942 スコツズボルグ, スト. テイ  
テイツグ — ブイ, スコツズボルグベユ 410  
㉖ 発 明 者 ソルベック, ピア デンマーク国ディーケー — 2970 ホールシヨルム, スドル. ヤ  
ツグトベユ 39  
㉗ 出 願 人 カールバイオテック リミテツ デンマーク国 ディケー — 2200 コペンハーゲン エヌ. タゲ  
ド アクティーゼルスカブ — スベユ 16  
㉘ 代 理 人 弁理士 浅 村 皓 外3名  
㉙ 指 定 国 AU, DK, FI, HU, JP, US  
最終頁に続く

請 求 の 範 囲

1. 一般式



(式中、Aは側鎖が保護されていてもよいL-もしくはD- $\alpha$ -アミノ酸残基または $\omega$ -アミノ酸残基であり、BはAと同種もしくは異種の側鎖が保護されていてもよいL-もしくはD- $\alpha$ -アミノカルボン酸残基、およびL-もしくはD-アミノリン酸残基またはL-もしくはD-アミノスルホン酸残基、または相当する $\omega$ -アミノ酸、またはそれらの塩もしくは水和物であり、YはOH、H、アルキル、アリール、アラールキルまたはC-末端保護基であるか、あるいはBYは



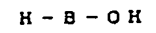
(式中、B<sup>1</sup>はBに関連して定義されたアミノカルボン酸のデカルボキシ誘導体であり、Y<sup>1</sup>はH、アルキル、アリールまたはアラールキルである)で示されるアミノアルコール残基を有するジベプチドまたは構造的に類似の化合物を製造するにあたり、式



(式中、Aは上に定義したとおりであり、R<sup>1</sup>は不活性置換基で置換されていてもよいアルキル、アリールもしくはアラール基であるかまたはアミノ酸の $\alpha$ -des-

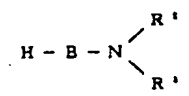
アミノフラグメントであり、R<sup>1</sup> および R<sup>2</sup> は互いに同種または異種でありそれぞれ水素または不活性置換基で置換されていてもよいアルキル、アリールもしくはアラールキル基である)を有するアミノ酸誘導体である基質成分を、

(a) 式



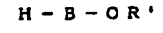
(式中、Bは上に定義したようにアミノカルボン酸残基である)を有するアミノ酸、

(b) 式



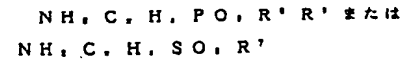
(式中、Bは上に定義したようにアミノカルボン酸残基であり、R<sup>1</sup> および R<sup>2</sup> は、R<sup>1</sup> が水素である場合にはR<sup>2</sup> はヒドロキシまたはアミノでもよいことを除いて、上記の意味を有する)を有するアミノ酸アミド、

(c) 式



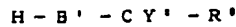
(式中、Bは上に定義したようにアミノカルボン酸残基であり、R<sup>1</sup> はアルキル、アリールまたはアラールキルである)を有するアミノ酸エステル、

(d) 式

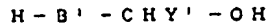


(式中、 $R^1$ 、 $R^2$  および  $R^3$  はそれぞれ独立に水素、アルキル、アリールまたはアラールキルであり、 $x$  は 1 ~ 8、 $z$  は 2 ~ 12 である) を有する、酸基が保護されていてもよい直鎖状または分枝状アミノスルホン酸またはアミノスルホン酸、

(e) 式



(式中、 $B^1$  は上に定義した通りであり、 $Y^1$  は O またはその官能性誘導体、好ましくはケタールであり、 $R^1$  は H、アルキル、アリールまたはアラールキルである) を有するアミノ酸アルデヒドもしくはケトンまたはそれらの誘導体、および式



(式中、 $B^1$  および  $Y^1$  は上記の意味を有する) を有するアミノアルコールから選ばれる求核試薬成分と、セリンまたはチオールカルボキシペプチダーゼとは異なるアミダーゼまたはエステラーゼの溶液または分散液としての存在下に反応させ、ついで所望により存在する側鎖保護基もしくは保護基  $Y$  の切断および/または、所望により得られたジペプチドの塩もしくは水和物への変換を行う方法

2. セリンまたはチオールプロテアーゼ、リパーゼ、エステラーゼおよびグリコシダーゼから選ばれるエステラーゼまたはアミダーゼ活性を有する酵素を使用する請求項 1 記載の方法

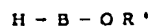
に記載の方法

11. 求核試薬成分として、式



(式中、 $R^1$  は水素または C<sub>1</sub> ~ C<sub>4</sub>、アルキルであり、 $B$  は L-または D-アミノカルボン酸残基である) を有するアミノ酸アミドを使用する請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の方法

12. 求核試薬成分として、式



(式中、 $B$  は L-または D-アミノカルボン酸残基であり、 $R^1$  は C<sub>1</sub> ~ C<sub>4</sub>、アルキルである) を有するエステルを使用する請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の方法

13. 生成したジペプチドは 1 個または 2 個以上の C-末端保護基  $Y$  を包含し、これらの基の 1 個または 2 個以上を、それに先立つ反応に使用されたのと同じ酵素によりまたは異なるエステルもしくはアミド特異性を有する酵素により、酵素的に切断する請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の方法

14. 生成したジペプチドは 1 個または 2 個以上の側鎖保護基を包含し、これらの基の 1 個または 2 個以上を、好ましくはエステラーゼもしくはリパーゼまたは蛋白分解酵素により、酵素的に切断する請求項 1 ~ 13 のいずれかに記載の方法

3. 使用する酵素は化学的に修飾されているかまたは天然型の生合成的変異体である請求項 1 または 2 記載の方法

4. 固定化を使用する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法

5. 0 ~ 90% 好ましくは 0 ~ 80% の極性水混和性有機溶媒を含有し、pH 値 3 ~ 11、好ましくは 5 ~ 10.5、さらに好ましくは 6 ~ 10、とくに 7 ~ 9.5 を有する水性反応溶液を用いる請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法

6. 有機溶媒はアルコール、ジメチルスルホキシド、ジメチルホルムアミド、ジメトキシエタンおよびエチレングリコールから選ばれる請求項 5 記載の方法

7. 0 ~ 10% の水を含有する有機反応溶液または分散液を使用する請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の方法

8. 好ましくはジアルキルエーテル、酢酸エチル、プロピオン酸エチル、オクタン、ヘプタン、ヘキサン、石油エーテルおよびメチレンクロリドから選ばれる非極性有機溶媒を用いる請求項 7 記載の方法

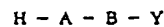
9. 有機溶媒としても働く液体基質または求核試薬成分を使用する請求項 7 記載の方法

10. 基質成分として、不活性置換基で置換されていてもよいベンジルエステルまたは直鎖状もしくは分枝状 C<sub>1</sub> ~ C<sub>4</sub>、アルキルエステルから選ばれる D-または L-アミノ酸エステルを使用する請求項 1 ~ 9 のいずれか

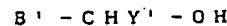
明 細 書

#### ジペプチドまたは構造関連化合物の酵素的製造方法

本発明は、一般式



(式中、 $A$  は側鎖が保護されていてもよい L-もしくは D- $\alpha$ -アミノ酸残基または  $\omega$ -アミノ酸残基であり、 $B$  は  $A$  と同様もしくは異種の側鎖が保護されていてもよい L-もしくは D- $\alpha$ -アミノカルボン酸残基、および L-もしくは D-アミノリン酸残基または L-もしくは D-アミノスルホン酸残基、または相当する  $\omega$ -アミノ酸、またはそれらの塩もしくは水和物であり、 $Y$  は OH、H、アルキル、アリール、アラールキルまたは C-末端保護基であり、あるいは  $BY$  は



(式中、 $B^1$  は  $B$  に関連して定義されたアミノカルボン酸のデカルボキシ誘導体であり、 $Y^1$  は H、アルキル、アリールまたはアラールキルである) で示されるアミノアルコール残基を表す) を有するジペプチドおよびジペプチド誘導体の酵素的製造方法に関する。

最近、D-コンフィギュレーションのアミノ酸残基を含有していてもよいジペプチドおよびジペプチド誘導体に対する興味、それらの薬理学的効果たとえば抗生物質作用の可能性に関連して高まってきている。同様に、

ヒトならびに動物の人工栄養、甘味剤の分野で、また異質なたとえば除草剤の分野でも、ジペプチドは著しい興味をもたれている。

このようなジペプチドH-A-B-Yは公知の化学的カップリング反応によって製造できるが、これらの方法はすべて、一般に、AおよびBに含まれるアミノ酸のアミノ基およびカルボン酸基をそれぞれ、また多くの場合、これらが側鎖に官能基をもつ場合には側鎖も、保護する必要があるという特徴をもっている。さらに、使用する試薬のために、化学的カップリング反応に際して副反応が起こる危険がついてまわり、主な副反応にはとくにA成分のラセミ化がある。化学的カップリング工程を、緩和な条件下に進行する酵素的カップリング工程に置換えることによって、このような副反応およびラセミ化は回避することができ、立体化学的に純粋な生成物が生成する。

アミノおよびカルボキシ基保護基の存在は化学的カップリングにおいては必須であり、またエンドプロテアーゼを使用する従来技術での酵素的カップリングにおいても一般的に必須と考えられてきた。

これは、これらの方法の工業的規模での経済性に大きな悪影響を与えるいくつかの望ましくない特徴を付与し、これはジペプチド合成の場合とくに明白である。

この欠点は、これらの基の導入ならびにそれらの除去および処理操作時における存在によるもので、全過程の

費用および時間を増大させ、総収量に悪影響を与える。

共通して用いられるアミノ保護基の代表的な例には、カルボベンゾキシ(Z-)および三級ブトキシカルボニル(Boc-)型の保護基があり、これらの分子量はアミノ酸残基のそれに匹敵する。まず、保護基は、別個の反応工程で適当な高価な試薬により出発原料に導入し、ついで単離工程を行わねばならない。その存在時には、これらの疎水性の基が中間生成物および反応生成物の溶解度に著しく影響する場合が多く、それらの処理に必要な溶媒の性質および量の両者に、また精製および脱保護の容易さに問題を生じる。脱保護にも別個の工程を要し、ついで精製工程が必要になる。

この目的では一連の反応が利用できるが、接触水素化の場合を除いて、それ自身がまた工業的な問題を生じる。これらの方法は、激烈な、多くの場合強酸性または強塩基性条件下に行われ、一連の副反応を生じ、不純な生成物を生成し、また複雑な精製が必要になることが多い。

この比較的長い一連の合成工程の最終工程は所望のペプチドを得るためのかなり複雑な脱保護であり、ほとんど不可避な二次反応によって、所望の高純度を有する生成物を提供するためにはかなりの労力を要する精製操作をしばしば必要とする。

最近とくに興味をひいているジペプチドには、甘味剤として広く使用されアスパルテームとも呼ばれるL-Asp-L-Phメチルエステルおよびその誘導体が

ある。アスパルテームの化学的合成にも上述の欠点がある。

アスパルテームおよびその誘導体の製造に際してのアミノ末端の保護を回避する試みから、EP-A1-074095、EP-A2-102529およびEP-A2-154472に記載されている発酵法のような、微生物発酵によるアプローチが生まれている。この方法は、合成的アプローチとは基本的に異なり、アスパルテームに特異的な生物体によるものである。したがって、一般的に他のジペプチドに関連して適用できるものではない。さらに、収率は低く、発酵培地からの回収には労力を要する。

アスパルテームの既知の製造方法における上述の短所はEP-A2-289390に述べられている。この出願には、溶媒中でL-アスパラギン酸 $\alpha$ -エステルまたはL-アスパラギン酸 $\alpha$ -アミドをL-フェニルアラニンアルキルエステルと、酵素、その酵素を含有する微生物、微生物の酵素含有分画、または固体支持体上に固定化された酵素の存在下に反応させるL-Asp-L-Ph $\alpha$ -アルキルエステルが請求されている。この酵素は、L-アスパラギン酸 $\alpha$ -エステルまたはL-アスパラギン酸 $\alpha$ -アミドとL-フェニルアラニンアルキルエステルの縮合によりL-アスパルテーム-L-フェニルアラニンアルキルエステルを生成できるものである。

Aspに対して特異的なエステラーゼまたはアミダー

ゼ活性を有するがPh $\alpha$ に対しては活性を示さない酵素を使用しなければならないことが認められる。挙げられている唯一の酵素はStaphylococcus aureus V8のエステル分解活性をもつ細胞外プロテアーゼである。

したがって、N-保護もしくは $\beta$ -エステルまたはアミドとともに、N- $\alpha$ -非保護Asp-エステルまたはアミドの適用可能なことが示唆されているが、特定のペプチドの製造に使用される1種の特異的な酵素の開示は、かなり独特な反応条件、すなわち5倍過剰の基質成分が用いられた1つの実施例によって支持されているのみで、この言及は、アミダーゼまたはエステラーゼ酵素によって触媒されるジペプチド合成におけるN-非保護基質成分の適用可能性の一般的教示を提供するものとは到底いうことができない。

すなわち、アミノおよびカルボキシ末端両者の保護基の回避を可能にすることは、全過程の経済性という意味で明らかに有利である。側鎖に保護基をもつが末端には保護基をもたないジペプチドを製造できることに興味をもたれる場合もあり、それは、側鎖は保護されているがアミノ基は保護されていない出発原料に出発する本発明の方法において示される。この場合、緩和な反応条件と全過程の経済性の同じ利点が得られる。所望により、側鎖保護基は、一般的に、アミノ保護基の場合よりも緩和な条件下に、化学的または酵素的手段で除去できる。

側鎖が保護されていなくてもよいアミノ酸誘導体とC

一末端が保護されていなくてもよいB-成分(求核試薬)の使用が可能な酵素触媒カップリング反応も知られている。たとえば、DK特許明細書第155613号ならびに相当するEP特許明細書第17485号(EP-B1-17485)に記載されている。この記載は参考として本明細書に導入する。

略述すれば、EP-B1-17485には、一般にアミノ酸エステルおよびアミノ酸アミドから選ばれる基質成分を、一般にL-アミノ酸アミド、L-アミノ酸またはL-アミノ酸エステルから選ばれるアミン成分(求核試薬)と、L-特異的セリンまたはチオールカルボキシペプチダーゼ酵素の存在下に反応させることによりペプチドを製造する方法が記載されている。

EP-B1-17485の方法によってジペプチドを製造しようとする場合には、基質成分はN-末端保護アミノ酸誘導体であることが必須であり、構成成分アミノ酸はL-アミノ酸であることが必須である。

EP-A1-278787(参考として導入)および1987年2月13日出願のDK出願725/87から優先権を主張されている他の出願に記載されているように、EP-B1-17485に用いられるセリンおよびチオールカルボキシペプチダーゼはジペプチドおよびジペプチド誘導体の合成のための制御された反応において、驚くべきことに、基質成分としてN-非保護アミノ酸エステルまたはアミドの利用を可能にすること、また基質

のオリゴマー化を抑制できたことが見出された。

ある種のエンドプロテアーゼがL-コンフィギュレーションのある種のN-非保護アミノ酸エステルのオリゴマー化を触媒できることは以前から知られていた通りであるが(Pruton, J. S.: *Advances in Enzymology*, **53**: 239~306, 1982)、これを単純なダイマーではないジペプチドの製造に使用する試みはこれまではなかった。一般に、このようなオリゴマー化の結果は一連のオリゴマー、場合によっては長いオリゴマーの混合物であった。オリゴマーの程度および混合物の複雑さは形成される生成物の溶解度に依存する。また、与えられた酵素が特定のN- $\alpha$ -非保護アミノ酸誘導体を加水分解できれば、それが直ちに同じ誘導体が関与するカップリング反応を常に触媒できるというものではないことも留意すべきである(Anderson, A. J.: "Peptides, Structure and Function", Proc. of the ninth annual peptide symposium, Deber, C.M.ら編, Pierce, 1985年, 355頁によって引用された文献参照)。

この理由から、ペプチド合成に対するセリンおよびチオールエンドプロテアーゼの使用は、たとえばハバイン、ステムプロメリン、フィシン、キモババインおよびキモトリプシンが挙げられているUS-A-4, 088, 136に例示されているように、アミノおよびカルボキシ末端保護出発原料に限られていた。

さらに、これらの酵素に対しては、Y. W. Mitin ら

(*Int. J. Peptide Protein Res.*, **23**: 528~534, 1984)も述べているように、これまで一般的に、遊離アミノ酸はアミノ成分として不適当と考えられてきた。

上述のアミノおよびカルボキシ末端保護出発原料はまた、US-A-3, 972, 773に例示されているようにアスパラギン酸エンドプロテアーゼたとえばペプシンを使用する場合、EP-A1-009585にZ-Asp-PheOMe, PheOMe-塩の合成によって例示されているようにメタロエンドプロテアーゼを使用する場合にも必須である。

アミノおよびカルボキシ末端保護出発原料の使用は、非プロテアーゼたとえばアミダーゼ活性をもつエステラーゼについても必須と考えられていた。Blair Westら(*Tetrahedron Letters*, **28**(15): 1629~32, 1987)による、水性緩衝液を含んでいてもよい有機媒体中でのブタ肝リパーゼ、*Candida cylindracea* リパーゼおよびブタ肝エステラーゼの使用例がある。

一方、セルラーゼは、Kitazume, T.ら(*J. Plourine Chem.*, **36**: 225~238, 1987)によって記載されているように、これまで、完全に遊離の $\beta$ -アミノ酸の重合縮合型反応に合成的に使用されたことがあるにすぎない。

アミノ非保護基質成分からのDL, LDおよびDD-コンフィギュレーションのジアステレオマージペプチ

ドならびに $\beta$ -アミノ酸残基を含むペプチドの合成は、これまで、EP-A1-278787関連の記載を除くカルボキシペプチダーゼまたは一般に蛋白分解酵素(EC3, 4群)では不可能であった。EP-A1-088053に示されているように、別の群の酵素、アミノアシル-t-RNAシンテターゼ(EC6, 1群)を用いる試みも行われてきたが、この場合には各種類のアミノ酸残基について特異的な酵素を使用せねばならず、しかもATPのような高価な補因子を必要とする。同時に、収率もきわめて低く、ある程度の生成物は単離、固定されるものの、通常10倍過剰の補因子および100倍過剰の求核試薬、また重量で1000倍過剰までの酵素を必要とした。

Gaertnerらの最近の研究(*Proteins: Structure, Function and Genetics*, **3**: 130~137, 1988)では、酵素的ペプチド合成における基質成分としてN- $\alpha$ -非保護アミノ酸を使用することに対する偏見を間接的に確認している。初期に遭遇した大きな問題は新たに合成された生成物の二次的加水分解であることから、有機溶媒の使用により反応媒体中の水の活性を低下させる試みが行われた。Gaertnerらは、有機媒体中への溶解度を上昇させるために化学的に修飾されたキモトリプシンを用いてジペプチド合成法を報告しているのである。多数の基質としてのN- $\alpha$ -保護アミノ酸エステルと求核試薬としてのアミノ酸アミドを用い、ベンゼン媒体中

で、N- $\alpha$ -保護ジペプチドが好収率で得られた。すなわち、 $\alpha$ -Bz-Lys-Phe-NH<sub>2</sub>は、 $\alpha$ -Bz-Lys-OMeをPhe-NH<sub>2</sub>と反応させることにより、98%以上の収率で得られた。しかしながら $\alpha$ -Z-Lys-OMe、すなわち側鎖は保護されているがN- $\alpha$ -非保護リジンエステルを用いた場合には、 $\alpha$ -Z-Lys-Phe-NH<sub>2</sub>は生成しなかった。この結果についてGaertnerらは意見を述べていないが、基質成分のアミノ基保護が必須と考えていることは明白である。

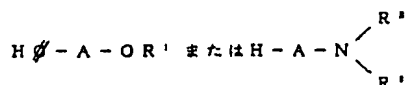
EP-A1-278787の発明をさらに発展させた本発明は、ジペプチドおよびジペプチド誘導体の合成のための制御された反応における基質成分のN- $\alpha$ -非保護アミノ酸エステルおよびアミドの利用可能性がセリンまたはチオールカルボキシペプチダーゼに限られるものではなく、一般にアミダーゼまたはエステラーゼ、とくにセリンエンドプロテアーゼ、チオールエンドプロテアーゼ、リパーゼおよびエステラーゼによっても可能であるという驚くべき所見に基づくものである。

さらに、驚くべきことに、これらの反応における基質としてはD-コンフィギュレーションのN- $\alpha$ -非保護アミノ酸誘導体も使用でき、したがってL-ジペプチドのほかにD-ジペプチドも合成できることが見出された。しかしながら、D-基質についての反応速度は一般に、均一条件下では、L-基質についての反応速度より

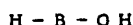
りも若干低い。D-基質がL-基質についての速度よりはるかに低い速度で反応する相当するN-保護アミノ酸エステルの場合(Purdieら: Biochem. Biophys. Acta, 288: 523, 1972)よりも速度差ははるかに小さい。しかしまた、この点に関しては酵素間には大きな個体差がある。合成収率は非保護L-基質の場合と同様に非保護D-基質でも高いことが多い。

ある種のエンドプロテアーゼが、N-保護基質成分との反応においてD-コンフィギュレーションを有する求核試薬成分を利用できることは知られている。すなわち、本発明の方法によれば、実際の配列に応じて、L-、D-、LD-またはDD-コンフィギュレーションを有するジペプチドを合成することが可能である。

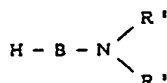
すなわち、本発明の方法は、式



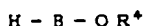
(式中、Aは先に定義した通りで、R<sup>1</sup>は不活性置換基で置換されていてもよいアルキル、アリールもしくはアラール基、またはアミノ酸の $\alpha$ -de $\alpha$ -アミノフラグメントであり、R<sup>2</sup>およびR<sup>1</sup>は互いに同種または異種であってそれぞれ水素または不活性置換基で置換されていてもよいアルキル、アリールもしくはアラール基である)を有するアミノ酸誘導体である基質成分を、(a)式



(式中、Bは先に定義したようにアミノカルボン酸残基である)を有するアミノ酸、(b)式



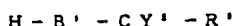
(式中、Bは先に定義したようにアミノカルボン酸残基であり、R<sup>1</sup>およびR<sup>2</sup>は上述の意味を有するが、R<sup>1</sup>が水素である場合にはR<sup>1</sup>はヒドロキシまたはアミノであってもよい)を有するアミノ酸アミド、(c)式



(式中、Bは先に定義したようにアミノカルボン酸残基であり、R<sup>4</sup>はアルキル、アリールまたはアラール基である)を有するアミノ酸エステル、(d)式



(式中、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>およびR<sup>3</sup>はそれぞれ独立に水素、アルキルまたはアラール基を表し、xは1~8、zは2~12である)を有する酸基が保護されていてもよい直鎖状または分枝状アミノホスホン酸またはアミノスルホン酸、(e)式



(式中、B<sup>1</sup>は先に定義した通りであり、Y<sup>1</sup>はOまたはその官能性誘導体、好ましくはケタールであり、R<sup>1</sup>はH、アルキル、アリールまたはアラール基である)

を有するアミノ酸アルデヒドもしくはケトンまたはその誘導体、および(f)式



(式中、B<sup>1</sup>およびY<sup>1</sup>は上述の意味を有する)を有するアミノアルコールから選ばれる求核試薬成分と、セリンまたはチオールカルボキシペプチダーゼとは異なるアミダーゼまたはエステラーゼの溶液または分散液としての存在下に反応させ、ついで所望により存在する側鎖保護基もしくは保護基Yを切断し、および/または、得られたジペプチド誘導体を所望により塩または水和物に交換することの特徴とする。

有用なアミノ酸の例には、脂肪族アミノ酸、たとえばグリシン(Gly)、アラニン(Ala)、バリン(Val)、ノルバリン(Nval)、ロイシン(Leu)、イソロイシン(Iso-Leu)およびノルロイシン(Nleu)のようなモノアミノモノカルボン酸、セリン(Ser)、スレオニン(Thr)およびホモセリン(homo-Ser)のようなヒドロキシアミノ酸、メチオニン(Met)またはシスチン(CysS)およびシステイン(CysSH)のような含硫アミノ酸、アスパラギン酸(Asp)、グルタミン酸(Glu)ならびにそれらのアミドたとえばアスパラギン(Asn)およびグルタミン(Gln)のようなモノアミノジカルボン酸、オルニチン(Orn)、リジン(Lys)およびアルギニン(Arg)のようなジアミ

ノモノカルボン酸、フェニルアラニン (Phe) およびチロシン (Tyr) のような芳香族アミノ酸、ヒスチジン (His)、プロリン (Pro) およびトリプトファン (Trp) のような異項環アミノ酸が含まれる。もっとも異例の構造をもつ有用なアミノ化合物の例としては、ペニシラミン (Pen)、アラニンホスホン酸 (AlaP) のようなアミノホスホン酸、タウリン (Tau) のようなアミノスルホン酸、 $\beta$ -アラニン (BAla) のような $\omega$ -アミノ酸、 $\alpha$ -メチルアラニン (Alb) のようなイソアミノ酸、不活性置換基たとえばハロゲンもしくはニトロで置換されたアミノ酸、またはたとえばアラニンから誘導されるアルデヒド、ケトン、ケタールもしくはアルコールを挙げることができる。すでに述べたように、これらは基質成分中にD-型として包含されてもよく、また求核試薬成分中にD-型で存在してもよい。

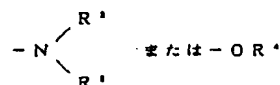
式H-A-B-Yのペプチド誘導体中の基Yについて与えられた定義は、「請求項1」に記載された様々な求核試薬成分に反映している。すなわち、(b) および (c) 両者はC-末端保護基を含有し、一方、Y=Hはアミノ酸アルデヒドに、Y=アルキル、アリールまたはアラールキルはアミノケトンに相当する。所望により、アミノケトンの誘導体たとえばケタール、オキシムまたはサルファイトを求核試薬として用いることもできる。

EP-A 1-278787の方法の場合のように、上

述の公知方法に対する本発明の方法の利点は、側鎖の保護が最小限または不要なこと、D-およびL-コンフィギュレーションのいずれでもよい基質成分のN-保護が不要なこと、ラセミ化の危険がないこと、合成工程が少なくよくよいこと、および期待される比較的純粋な最終生成物が得られることであり、これらの組合せにより著しく簡単かつ経済的な製造方法が提供される。

好ましい基質成分は、R'が1~8個の炭素原子を有する直鎖状または分岐状のアルキルであるエステル、たとえばメチル、エチル、プロピル、イソプロピル、ブチル、イソブチル、三級ブチル、アミル、ヘキシル、ヘプチルおよびオクチル、またはアラールキル基、ベンジルである。とくに適当な求核試薬成分は、R'がHでR''がHもしくはC<sub>1</sub>~C<sub>8</sub>アルキルであるアミノ酸アミド、またはR'が上述したような炭素原子1~8個を有する直鎖状もしくは分岐状のアルキルであるアミノ酸エステルである。上述のように、R'は不活性な置換基たとえばヒドロキシまたはニトロで置換されていてもよいアルキル、アリールまたはアラールキル基であってもよい。

本発明はまた、基



を含有するペプチドを中間体を形成し、ついでこの基を切断してカルボン酸基を形成させる方法をも包含する。

この切断は、他の酵素、または反応条件は過ってもペプチドの生成に使用したのと同じ酵素によって触媒させることができる。基YのC-末端の修飾も可能である。

酵素はまた、側鎖保護基の切断にも使用できる。適用可能な酵素はその保護基の性質に応じて、蛋白分解酵素、リパーゼおよびエステラーゼである ("The Peptides, Analysis, Synthesis, Biology", 第9巻, Special Methods in peptide Synthesis Part C, J. A. Glass, Enzymatic manipulation of Protecting Groups in Peptide Synthesis, Academic Press, 1987 参照)。

エステラーゼおよび/またはアミダーゼ活性をもち、したがって本発明の方法における触媒としての活性が期待できる酵素の例としては、以下の表に掲げた酵素がある。

これらの酵素の詳細については、とくに、Perlmann, G. E. ら: Colowick, S. P. & Kaplan, N. O. 編, Methods of Enzym. 8 (1966), 19 (1970), 28 (1972), 35 (1975) および 45 (1976), Fruton, S.: Adv. Enzymol. 53: 239頁, Wiley (1982), Abassi, A. ら: Biol. Chem. Hoppe-Seyler, 307: 441~45頁 (1986), Dixon, M. & Webb, E. C.: "Enzymes", 第3版, Longman Group (1979), Torrey, S. 編: "Enzyme Technology, Recent Advances", Biotech. Rev. 2: Noyes Data Corporation (1983), さらに Laane,

C., Tramper, S., Lilly, M. D. 編: "Biocatalysis in Organic Media", Elsevier (1987), Asano, Y. ら: Angew. Chem. 101: 511~512頁 (1989), Kitazume, T. ら: J. Fluorine Chem. 36: 225~238頁 (1987) の記載が参考になる。これらの記載はすべて参考として本明細書に導入する。

表 1

## 1. カルボキシペプチダーゼ以外のプロテアーゼ

	酵素 (略号)	通常の起源
A) チョール	ハバイン (P)	ババイヤ
エンドプロ	キモババイン (CP)	ババイヤ
テアーゼ:	プロモライン (B)	バインアップル
	フィシン (F)	イチジク (Ficus)
	クロストリバイン (CL)	Clostridium histolyticum
B) セリンエン	トリプシン (T)	豚臓
ドプロテア	キモトリプシン	
ーゼ:	(CT)	豚臓
	エラスターゼ (B)	豚臓
	ズブチリシン (S)	Bacillus licheniformis
		または subtilis
	テルミターゼ (TV)	Thermactinomyces

	vulgaris
プロテナーゼ K	Tritirachium
(K)	album
バリルプロテ	Candida
ナーゼ (V P)	tropicalis
ポストプロリン	Flavobacterium
特異的	
エンドペプチダ	meningosepticum
ーゼ (P P S E)	
Achromobacter	Achromobacter
lyticus プロテ	lyticus
アーゼ I (AL-I)	
エンドプロテナ	Submaxillaris
ーゼ ArgC (AC)	glands
エンドプロテナ	Lysobacter
ーゼ LysC (LC)	enzymogenes
トロンピン (TB)	血漿
C) エキソペプ	アミノペプチダ 動物、野菜または
チダーゼ	ーゼ (EC 3.4.11) 微生物
	とくに Achromo-
	bacter sp. 起源
II. エステル結合に作用する他のヒドロラーゼ	
カルボキシエステラーゼ	
(EC. 3. 1. 1. 1)	肝臓
アリアルヒドロラーゼ	

(EC. 3. 1. 1. 2) 血漿  
 トリアシルグリセロリパーゼ 動物、野菜  
 (EC. 3. 1. 1. 3) とくに または微生物  
 ブタ肝臓または *Candida cylindracea*  
 または *Lipolase*<sup>TM</sup> (NOVO): (*Aspergillus*  
*sp.*)  
 酢酸エステルアセチルエステラーゼ  
 (EC. 3. 1. 1. 6) 動物組織  
 アリアルグリセロールリパーゼ  
 (EC. 3. 1. 1. 23) 動物または野菜  
 II. グリコシダーゼ  
 セルラーゼ (EC. 3. 2. 1. 4) 動物、野菜または  
 とくに *Trichoderma viride* または 微生物  
*Aspergillus niger* 起源

現時点で好ましい酵素はトリブシン、キモトリブシン、  
 スブチリシン、エラスターゼ、パバイン、キモパバイン、  
 クロストリパイン、ブタ肝臓リパーゼおよび *Candida*  
*cylindracea* リパーゼである。

使用される酵素は、化学的に修飾されてもよく、また  
 天然型の生合成的変異体であってもよい。

以下にさらに詳細に説明するように、本発明の方法は  
 かなり単純である。

反応は水性反応媒体中、所望により、水混和性で特定  
 の条件下に酵素と適合性を有する極性有機溶媒 90% まで

で好ましくは 80% までを含有してもよい媒体中で行わ  
 れる。好ましい溶媒は、低級アルコール、ジメチルホル  
 ムアミド、ジメチルスルホキシド、ジメトキシエタンお  
 よびエチレングリコールである。

反応混合物中の pH はかなり一定の値に維持することが  
 重要である。この pH 値は 3 ~ 11、好ましくは 5 ~ 10、  
 5、さらに好ましくは 8 ~ 10、最も好ましくは 7 ~ 9、  
 5 であり、また具体的な出発原料、生成するペプチドお  
 よび酵素に依存する。

反応は別法として、水混和性有機溶媒、たとえばベン  
 ゼン、トルエン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ジ  
 アルキルエーテル、酢酸エチル、プロピオン酸エチルお  
 よびメチレンクロリド等からなる非水、非極性媒体中  
 でも実施できる。これらの溶媒はエステラーゼおよび/ま  
 たはアミダーゼ活性を有する酵素とくにリパーゼと適合  
 性を有する。

これらの本質的に非極性の反応媒体には、至適な酵素  
 の働きまたは反応安定性を促進するために、10% まで  
 の水を溶解型で含有させることができる。

反応温度は室温およびそれ以上、20 ~ 50℃ が好ま  
 しいが、0 ~ 80℃ の範囲の温度もその条件下に他の利  
 点があれば使用できる。高溶媒条件では、氷点下または  
 80℃ 以上の温度も使用できる。

2 種類の反応成分の濃度は広範囲に変動させることが  
 できるが、求核試薬成分がしばしば過剰に用いられ、ま

た基質成分のオリゴマー化を回避するために上記成分は  
 全反応速時にわたり間隔をおいて少量ずつ添加される  
 ことが多い。酵素に対して良好な求核試薬を大過剰に使用  
 すれば、驚くべきことにオリゴマー化は全く認められ  
 ず、高基質濃度を副反応を生じることなく使用できる。  
 A = B のホモジペプチドを所望の場合には、基質および  
 求核試薬成分に別のカルボキシ保護基を用いることによ  
 って単一の求核試薬のオリゴマー化を回避できる。

したがって、基質成分の開始濃度は通常 0.005 ~  
 2 モルであり、求核試薬成分については、別個に添加さ  
 れる場合、0.005 ~ 3 モルである。大抵の場合、過  
 剰の求核試薬成分および基質成分からの加水分解生成物  
 は回収可能で、所望により再エステル化および再使用が  
 できる。両成分の再循環は、それらの構造が簡単で、ま  
 た副反応および脱保護による損失がないので、とくに容  
 易である。

酵素濃度も同様に変動させることができるが、N-保  
 護アミノ酸基質を用いる場合に適当な濃度よりも若干高  
 く (5 ~ 50 μm、またはさらに高濃度、約 500 μm  
 まで) することが多い。しかし、合成の目的での所要量  
 は、安定な固定化酵素プレペレーションを用い、したが  
 って連続過程で酵素を使用できる場合には、10 倍以上  
 減少させることができる。

反応媒体には、酵素の基質への結合に影響した酵素  
 を安定化する塩たとえば NaCl および CaCl<sub>2</sub>、な

らびに存在する金属イオンに対する錯体結合剤を含有させることもでき、また、たとえばチオールエンドペプチダーゼにはメルカプト安定化剤たとえばDTT、BMEまたはシステインを使用できる。

この書くべき加水分解連鎖の結果は、様々な酵素を用いた本発明の方法による様々なジペプチドの製造を例示する以下の実施例に示す通りである。

#### 例1～13および20以下の一般的方法

反応は、反応容量1mlの分析的規模により、pHスタット中で実施し、個々の例について条件を指示した有機溶媒の高含量または固体化酵素の使用例を除き、選択されたpH値は1N NaOHの自動添加によって一定に保持された。反応温度はとくに指示のない限り室温である。表には、反応温度、有機溶媒含量、生成物および収率も包含する。反応時間は通常0.5～5時間、とくに指示のない限り、酵素濃度は通常5～20μMである。

生成物の確認および生成物の収率の決定はC<sub>18</sub>NOVA PAKカラム(Waters, RCM)上、50mMトリエチルアンモニウムリン酸、pH3.0、0.0%～8.0%アセトニトリル含有の適当な勾配溶出系を用い、流速2ml/分の逆相HPLC(Waters 6000Aポンプ、660勾配ブレンダー、UK6インジェクター)によって実施した。溶出は230nm、254nm、278nmまたは290nmでUK検出器(Waters480)によってモニタリングした。

様々な濃度で用いるL-ジペプチドのトリプシン<sup>a)</sup>触媒合成

求核試薬	(濃度)	生成物	収率
ロイシンアミド	(0.2M)	ArgLeuNH <sub>2</sub>	20%
ロイシンアミド	(0.7M)	ArgLeuNH <sub>2</sub>	32%
メチオニンアミド	(0.25M)	ArgMetNH <sub>2</sub>	31%
メチオニンアミド	(0.5M)	ArgMetNH <sub>2</sub>	52%
メチオニンアミド	(1.0M)	ArgMetNH <sub>2</sub>	90%
セリンアミド	(0.5M)	ArgSerNH <sub>2</sub>	45%
チロシンアミド	(0.5M)	ArgTyrNH <sub>2</sub>	48%

a) 10μM

#### 例2

基質としてL-またはD-アルギニンエチルエステル(50mM)と、求核試薬としてL-またはD-ロイシンおよびメチオニンアミドを用いるpH8.5の水中でのL-、D-およびD-, L-ジペプチドアミドジアステレオマーのトリプシン<sup>a)</sup>触媒合成

基質	求核試薬	(濃度)	生成物	収率
D-ArgOEt	L-ロイシンアミド	(0.2M)	ArgLeuNH <sub>2</sub>	20%
D-ArgOEt	L-ロイシンアミド	(1.0M)	ArgLeuNH <sub>2</sub>	30%
D-ArgOEt	L-メチオニンアミド	(0.5M)	ArgMetNH <sub>2</sub>	88%
L-ArgOEt	D-メチオニンアミド	(1.0M)	ArgmetNH <sub>2</sub>	5%

a) 10μM

生成物は、HPLC分析からの推定される生成物ピークに相当する分画のアミノ酸分析および/または化学的に合成した標品とのHPLC比較によって同定した。これらの標品は既知の原理に従い、通常は、BOC-A-Osu、基質アミノ酸の三級ブチルオキシカルボニルスクシニクイミドエステル誘導体と使用される求核試薬成分との間の反応を用い、ついで末端アミノ酸残基の脱保護によって製造された。いずれの場合も、ジアステレオマーDL-およびLD-ジペプチド生成物からL-およびDD-ジペプチドを分離することが可能であった。

230nmでのみ検出できる生成物については、生成物の収率は、化学的に合成された標品化合物の吸収/濃度曲線によって決定した。他の生成物については、収率は、関連波長での生成物および反応原料の吸収に相当する溶出クロマトグラムのピーク下積分面積の比に基づいて決定された。

製造例14～17の反応条件は個々の例に記載する。反応は記載したように分析HPLCで追跡した。酵素濃度は、相当する分析例の場合よりも一般に低く、反応時間は長くしてあるが、反応条件の最適化の試みは行われていない。

#### 例1

基質としてL-アルギニンエチルエステル(50mM)と求核試薬としてL-アミノ酸アミドをpH8.5の水中

#### 例3

求核試薬としてL-アミノ酸アミド(0.5M)および基質としてL-リジンまたはヒスチジンエチルエステル(50mM)を用いるpH8.5の水中でのL-, L-ジペプチドのトリプシン<sup>a)</sup>触媒合成

基質	求核試薬	生成物	収率
LysOEt	メチオニンアミド	LysMetNH <sub>2</sub>	81%
LysOEt	トリプトファンアミド	LysTrpNH <sub>2</sub>	32%
LysOEt	アラニンアミド	LysAlaNH <sub>2</sub>	5%
HisOEt	メチオニンアミド	HisMetNH <sub>2</sub>	02%

a) 10μM

#### 例4

基質としてL-チロシンエチルエステル(50mM)および求核試薬としてL-アミノ酸アミドを用いる水中でのL-, L-ジペプチドアミドのα-キモトリプシン<sup>a)</sup>触媒合成

求核試薬	(濃度)	pH	生成物	収率
ロイシンアミド	(0.2M)	9.0	TyrLeuNH <sub>2</sub>	68%
アルギニンアミド	(0.4M)	8.5	TyrArgNH <sub>2</sub>	90%
セリンアミド	(0.4M)	8.5	TyrSerNH <sub>2</sub>	76%

a) 5μM



## 例 5

基質としてL-チロシンエチルエステル(5 または 50 mM)と求核試薬としてD-アミノ酸アミドを用いる水中でのL, D-ジペプチドの $\alpha$ -キモトリプシン<sup>\*)</sup>触媒合成

求核試薬	(濃度)	pH	生成物	収率
D-ロイシンアミド	(0.2M)	9.0	TyrLeuNH <sub>2</sub>	17%
D-イソロイシンアミド	(0.3M)	9.0	TyrIleNH <sub>2</sub>	23%
D-セリンアミド	(0.4M)	8.5	TyrSerNH <sub>2</sub>	35%

- a) 5  $\mu$ M  
b) 5 mM基質

## 例 6

基質としてD-チロシンエチルエステル(50 mM)と求核試薬としてL-ロイシンアミドを用いる水中pH 9.0でのD, L-ジペプチドの $\alpha$ -キモトリプシン触媒合成

基質	求核試薬	溶媒	生成物	収率 <sup>*)</sup>
L-PheOEt	L-ArgNH <sub>2</sub>	水	PheArgNH <sub>2</sub>	82%
L-TyrOEt	L-SerOEt	水	TyrSerOEt	48%
L-TyrOBzl	L-SerOEt	30MDMP	TyrSerOEt	40%
L-TyrOBzl	L-SerOMe	30MDMP	TyrSerOMe	39%
L-TyrOBzl	D-SerOMe	30MDMP	TyrSerOMe	21%

- a) 5  $\mu$ M  
b) 0.4M 求核試薬  
c) 90%変換において  
d)生成物の化学的不安定性により、これらの条件下15~35%量の加水分解/シケトピペラジン生成が認められたが、これは記録された収率には含まれていない。

## 例 8

L-アスパルチルジエステル(0.1M)を基質として、D-アラニンアミドを求核試薬として用いるpH 8.5での側鎖保護L-アスパルチル-D-アラニルアミドのズブチリシンA<sup>\*)</sup>触媒合成

求核試薬 (濃度) 生成物 収率<sup>\*)</sup>

L-ロイシンアミド	(0.2M)	D, L-TyrLeuNH <sub>2</sub>	40%
L-ロイシンアミド	(0.3M)	D, L-TyrLeuNH <sub>2</sub>	88%

- a) 50  $\mu$ M酵素  
b) 100  $\mu$ M酵素  
c) 長い反応時間一日単位

## 例 7

様々なL-アミノ酸エステル(50 mM)を基質として、L-またはD-アミノ酸エステル(0.8M)またはアミドを求核試薬として用いるpH 8.5でのL, L-およびL, D-ジペプチドアミドおよびエステルの $\alpha$ -キモトリプシン<sup>\*)</sup>触媒合成

基質	求核試薬 (濃度)	溶媒	生成物	収率
L-Asp(OEt) <sub>2</sub>	(1.0M)	水	Asp(OEt)alaNH <sub>2</sub>	9%
L-Asp(OEt) <sub>2</sub>	(2.0M)	水	Asp(OEt)alaNH <sub>2</sub>	24%
L-Asp(OBzl) <sub>2</sub> <sup>*)</sup>	(0.5M)	30%DMF	Asp(OBzl)alaNH <sub>2</sub>	8%
L-Asp(OBzl) <sub>2</sub> <sup>*)</sup>	(1.0M)	30%DMF	Asp(OBzl)alaNH <sub>2</sub>	20%

- a) 5  $\mu$ M  
b) 50 mM基質、20  $\mu$ M酵素

## 例 9

基質としてアミノ酸ベンジルエステル(50 mM)および求核試薬としてアミノ酸アミド(0.5M)を用いるpH 8.5における水中でのL, L-アミドのエラスターゼ<sup>\*)</sup>触媒合成

基質	求核試薬	生成物	収率
L-ValOBzl	L-アルギニンアミド	ValArgNH <sub>2</sub>	59%

- <sup>\*)</sup> 4.0  $\mu$ M

## 例 10

基質としてアミノ酸エステル(50 mM)および求核試薬としてL-アミノ酸アミド(0.8M)を用いるpH 8.5における水中での、ババイヤチオールエンドプロテアーゼ<sup>\*)</sup>触媒L, L-ジペプチドアミドの合成

基質	基質	求核試薬	生成物	収率
ルイシン	LysOEt	AlaNH <sub>2</sub>	LysAlaNH <sub>2</sub>	80%
ルイシン	LysOMe	AlaNH <sub>2</sub>	LysAlaNH <sub>2</sub>	55%
キモ/ルイシン	LysOEt	AlaNH <sub>2</sub>	LysAlaNH <sub>2</sub>	23%
キモ/ルイシン	LysOMe	AlaNH <sub>2</sub>	LysAlaNH <sub>2</sub>	24%

a) 100 mM, 2M DMTA, 10 mM スズレン

例 1.1

基質として L-アルギニンエチルエステル (50 mM) および求核試薬として L-アミノ酸アミドを用いる pH 8.5 でのクロストリパイン<sup>1)</sup> 触媒 L-ジベプチドアミドの合成

求核試薬	(濃度)	溶媒	生成物	収率
L-メチオニンアミド	(0.5 M)	水	ArgMetNH <sub>2</sub>	25%
L-フェニルアラニンアミド	(0.2 M)	30% EtOH	ArgPheNH <sub>2</sub>	8%
L-フェニルアラニンアミド	(0.8 M)	30% DMP	ArgPheNH <sub>2</sub>	65%

a) 5 mM 酵素, 50 mM CaCl<sub>2</sub>, 10 mM DTT, pH 8.5 での反応例 1.2

基質として L-アミノ酸エチルエステル (50 mM) および求核試薬として L-アミノ酸アミドを用いる 30% EtOH 中 pH 8.5 でのブタ脾臓リパーゼ<sup>1)</sup> 触媒 L-ジベプチドアミドの合成

操作

L-トリプトファンエチルエステル塩酸塩 (4.0 g, 15 ミリモル) と L-メチオニンアミド塩酸塩 (5.5, 7 g, 30.0 ミリモル) を水 19.5 ml とエタノール 9.0 ml に溶解し、pH を水酸化ナトリウムで 8.5 に調整した。反応は 0.8 g の粗製ブタ脾臓リパーゼを加えて開始させ、反応期間中 pH を 8.5 に保持した。5 時間後に基質の残部 (4.0 g, 15 ミリモル) を加え、反応を一夜継続させた。ついで HCl 溶液で pH を 3 に調整して反応を停止させた。

混合物を次に希釈し、エタノールを減圧下に蒸発させて除去し、混合物を濾過した。濾液を、60 μm C-18 粒子を充填した 2 本のカラム (5.7 × 30 cm) と溶出液として 5 mM HCl / エタノール混合物を用いた RP-製造 HPLC (Waters Prep LC/System 500 A) によって精製した。

純粋な生成物を含む分画を集め、減圧下に濃縮し、最後に凍結乾燥した。

この操作で L, L-トリプトファンメチオニンアミド塩酸塩 4.78 g (12.9 ミリモル, 43%) が無定形の粉末として得られた。

同定

生成物は、塩素 10.3% (w/w) を含有する塩酸塩として同定された。

アミノ酸分析では遊離のアミノ酸は存在せず、酸加水

基質	求核試薬	(濃度)	生成物	収率
L-TrpOEt	L-MetNH <sub>2</sub>	(1.5 M)	TrpMetNH <sub>2</sub>	71%
L-TrpOEt	L-MetNH <sub>2</sub>	(1.0 M)	TrpMetNH <sub>2</sub>	54%
L-TrpOEt	L-SerNH <sub>2</sub>	(1.5 M)	TyrSerNH <sub>2</sub>	89%
L-MetOEt	L-MetNH <sub>2</sub>	(1.0 M)	MetMetNH <sub>2</sub>	31%

a) 500 μM

b) 純粋な水中での反応

c) 不完全な変換において

例 1.3

基質として L-アミノ酸エチルエステル (50 mM) および求核試薬として L-アミノ酸アミドを用いる 30% EtOH 中 pH 8.5 での Candida cylindracea リパーゼ<sup>1)</sup> 触媒 L, L-ジベプチドアミドの合成

基質	求核試薬	(濃度)	生成物	収率
L-TrpOEt	L-MetNH <sub>2</sub>	(1.5 M)	TrpMetNH <sub>2</sub>	75%
L-TrpOEt	L-SerNH <sub>2</sub>	(1.5 M)	TyrSerNH <sub>2</sub>	50%

a) 100 μM, 長時間反応

b) 50% 未満の変換での付加水分解

例 1.4

L, L-トリプトファンメチオニンアミド  
TrpMetNH<sub>2</sub> の調製的合成

分解後次のような結果が得られた。

Met (1.00)

Trp (1.00)

ナトリウム D 線を用いた 50% MeOH, c = 0.2 における比旋光度は 20 °C で +40.0° であった。

純度

HPLC-純度: 92.4% (Novapak 4 μm C-18, 0.1 M リン酸アンモニウム, pH 3.0 / アセトニトリル, 220 nm)

カールフィッシャーによる含水量: 5.3%

(w/w)

トリニトロベンゼンスルホン酸との反応および UV-検出による α-アミノ基の定量: 75.8% (w/w)

UV-定量によるペプチド含量: 88.3% (w/w) (281 nm, MeOH: 0.1 N KOH (1:1) 中 Trp 吸収)

例 1.5

L, D-チロシルセリンアミド, TyrSerNH<sub>2</sub> の調製的合成

操作

L-チロシンエチルエステル塩酸塩 (2.5 g, 10 ミリモル) と D-セリンアミド塩酸塩 (17.5 g, 100 ミリモル) を水 200 ml に溶解し、pH を水酸化ナトリウムで 8.5 に調整した。反応は 50 mg の α-キモトリプシンを添加して開始させ、反応期間中 pH を 8.5 に

維持した。30分後に遊離チロシンの沈殿が始まった。基質の残部(5.0g、20ミリモル)を1時間内に2.5gずつ2部に分けて加えた。反応液を2時間攪拌したのち、HCl溶液でpHを3に調整して反応を停止させた。

生成したチロシンを濾過し、濾液を20μmC-18粒子を充填した2本のカラム(5.7×30cm)と溶出液として50μM酢酸を用いたRP-製造HPLC(Waters Prep LC/System 500A)によって精製した。純粋な生成物を含有する分画を集め、減圧下に濃縮し、最後にHCl水溶液を加えて凍結乾燥した。

この操作により、L-D-チロシルセリンアミド塩酸塩2.8g(9.2ミリモル、31%)が無定形の粉末として得られた。

#### 固定

この生成物は、塩素16.0%(w/w)を含む塩酸塩として固定された。

アミノ酸分析では、遊離のアミノ酸は存在しないことが示され、酸加水分解後には次の結果を与えた。

Ser(1.10)

Tyr(0.90)

ナトリウムD線を用い、50%MeOH中c=0.3での比旋光度は20℃で+58.0°であった。

#### 純度

HPLC-純度: 97.4%(Novapak 4μm C-

酸塩2.50g(7.6ミリモル、54%)が無定形粉末として得られた。

#### 固定

生成物は、塩素9.8%(w/w)を含有する塩酸塩として固定された。

アミノ酸分析では遊離アミノ酸の存在は認められなかったが、酸加水分解後には以下の結果を与えた。

Tyr(0.98)

Leu(1.03)

ナトリウムD線を用いた水中、c=0.1での比旋光度は20℃で-129.4°であった。

#### 純度

HPLC-純度: 92.9%(Novapak 4μm C-18, 0.1Mリン酸アンモニウム、pH3.0/アセトニトリル、220nm)

カールフィッシャーによる水含量: 6.8%(w/w)

トリニトロベンゼンスルホン酸との反応およびUV-検出によるα-アミノ基の定量: 74.9%

UV-定量: 74.9%(0.1M KOH中293nmにおけるチロシンフェノレートの吸収)

#### 例17

L, L-アルギニルメチオニジアミド、

ArgMetNH<sub>2</sub>の調製的合成

#### 操作

18, 0.1Mリン酸アンモニウム、pH3.0/アセトニトリル、220nm)

カールフィッシャーによる水含量: 1.8%(w/w)

トリニトロベンゼンスルホン酸との反応およびUV-検出によるα-アミノ基の定量: 81%(w/w)

#### 例18

D, L-チロシルロイシンアミド、

tyrLeuNH<sub>2</sub>の調製的合成

#### 操作

D-チロシリエチルエステル塩酸塩(3.5g、14ミリモル)およびL-ロイシニアミド塩酸塩(14g、84ミリモル)を0.1M HCl 248mlに溶解し、水酸化ナトリウムでpHを9.0に調整した。反応はα-キモトリプシン0.7gを添加して開始させ、室温で2日間攪拌した。反応期間中pHは9.0に維持した。HCl溶液を用いてpHを3に調整して反応を停止させた。

生成したチロシンを濾過し、濾液を、20μmC-18粒子を充填した2本のカラム(5.7×30cm)および溶出液として5mM HClを用いるRP-製造HPLC(Waters Prep LC/System 500A)によって精製した。

純粋な生成物を含有する分画を集めて減圧下に蒸発させて濃縮し、最後に凍結乾燥した。

この操作により、D, L-チロシルロイシニアミド塩

L-アルギニリエチルエステル二塩酸塩(4.1g、15ミリモル)およびL-メチオニジアミド塩酸塩(55.4g、300ミリモル)を水300mlに溶解し、水酸化ナトリウムでpHを8.5に調整した。反応はトリプシン50mgの添加により開始した。反応期間中pHは8.5に維持した。ついでpHをHCl溶液によって3に調整して反応を停止させた。

反応混合物を次に希釈し、DOWEX A650WX 4およびCM-Sephrose 8Bカラム上、それぞれ酢酸アンモニウムおよびNaCl/HCl塩勾配を用いる連続陽イオン交換によって精製し、最終的に脱塩した。

純粋な生成物を含む分画を集め、減圧下に濃縮し、最後に凍結乾燥した。

この操作により、L, L-アルギニルメチオニン二塩酸塩10.7g(28.3ミリモル、63%)が、白色の無定形粉末として得られた。

#### 固定

0.2%(w/w)未滴の酢酸および22.8%(w/w)の塩素が測定され、生成物は二塩酸塩として存在した。

アミノ酸分析では、遊離アミノ酸の存在は認められなかったが、加水分解後には以下の結果が得られた。

Arg(1.00)

Met(0.80)

ナトリウムD線を用いた50%MeOH中c=0.2

での比旋光度は20℃において+19.5°であった。

#### 純度

HPLC-純度: 95.1% (Novapak C-18, 0.1Mリン酸アンモニウム、アルキルスルホネート含有、pH4.5/アセトニトリル、220nm)

カールフィッシャーによる含水量: 9.1% (w/w)

アミノ酸分析によるペプチド含量: アルギニンに基づいて72% (w/w)

#### 例18

基質としてL-メチオニエチルエステル、求核試薬としてL-メチオニンアミドを用いる水中および水/有機溶媒均一混合物中pH8.5での、Eupergit C固定化ブタ群脂リパーゼ<sup>1)</sup>触媒し、L-メチオニルメチニンアミドの合成

#### 濃度

基質	求核試薬	%	有機溶媒	収率 <sup>2)</sup>
50mM	1.0M	0	—	68%
100mM	0.5M	30	イソプロパノール	28%

a) ブタ群脂リパーゼをEupergit C 上に、製造業者の推奨する操作に従い、活性アッセイでゲル上約400 μMに相当する最終濃度になるように固定化した。

b) 酵素ゲルを充填したカラム上に1~3反応ベッド容量の容量で反応混合物を、HPLCで測定して基質が完全に変換するまで(0.5~2日間)再循環させ、この間pHはpH-スタット制御によって一定に維持した。

#### 例19

標準な有機溶媒中、基質としてL-トリプトファンエチルエステル(50 mM)および求核試薬としてL-アラニン-三級ブチルエステル(0.3 M)をいずれも塩を含まない形で用いるブタ群脂リパーゼ<sup>1)</sup>およびα-キモトリプシン<sup>2)</sup>触媒し、L-トリプトファン-アラニン-三級ブチルエステルの合成

酵素 <sup>1)</sup>	溶媒	変換 <sup>2)</sup>	収率 <sup>3)</sup>
PPL	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /n-ヘキサン(1:3)	30%	13%
CT	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /n-ヘキサン(1:3)	56%	17%
PPL	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	7%	10%
CT	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	50%	3%
PPL <sup>4)</sup>	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> /イソオクタン(1:1)	82%	26%

a) 500~2000 μMの水分含有、凍結乾燥酵素を混合物に直接加え、これを24時間攪拌した。

b) この場合は、酵素500 μM、反応時間3日を適用した。

c) 出発原料の変換率と生成物加水分解は、DMFで反応を停止し、蒸発させ、DMF/酸性水中に再溶解したサンプルのHPLCで測定した。対照は変換も生成も示さなかった。

#### 例20

基質としてL-チロシンまたはL-フェニルアラニンエチルエステル(50 mM)および求核試薬としてL-S-アセトアミドメチルシステインアミド(0.8 M)を用いるpH8.5における水中での、α-キモトリプシン<sup>1)</sup>触媒、側鎖保護L-L-ジペプチドの合成

基質	生成物	収率
L-チロシンエチルエステル	TyrCys(-SAc)NH <sub>2</sub>	62%
L-フェニルアラニンエチルエステル	PheCys(-SAc)NH <sub>2</sub>	78%

a) 5 μM

#### 例21

基質としてL-チロシンおよびL-フェニルアラニンエチルエステル(50 mM)および求核試薬としてL-アミノ酸アルコール(0.5 M)を用いるpH8.5における水中での、α-キモトリプシン<sup>1)</sup>触媒し、L-ジペプチドアルコールの合成

基質	求核試薬	生成物	収率
L-TyrOEt	L-MetCH <sub>2</sub> OH	TyrMetCH <sub>2</sub> OH	42%
L-TyrOEt	L-LeuCH <sub>2</sub> OH	TyrLeuCH <sub>2</sub> OH	46%
L-PheOEt	L-MetCH <sub>2</sub> OH	PheMetCH <sub>2</sub> OH	60%

a) 10 μM

#### 例22

基質としてアミノ酸エチルエステル(50 mM)および求核試薬として遊離L-アミノ酸を用いる、pH8.5における水中での、チオールエンドプロテアーゼ<sup>1)</sup>触媒、L-L-ジペプチドの合成

酵素	基質	求核試薬	(濃度)	生成物	収率 <sup>1)</sup>
フィシン	ArgOEt	ArgOH	(1.0M)	ArgArgOH	8%
ルイシン	ArgOEt	ArgOH	(1.0M)	ArgArgOH	7%
フィシン	LysOEt	AlaOH	(1.5M)	LysAlaOH	5%
ルイシン	LysOEt	AlaOH	(1.5M)	LysAlaOH	8%

a) 100  $\mu$ M、2mM EDTA、0.1M KCl、5mM DTT、10mM システイン

b) 変換率50%未満で、標品によって加水分解に対して測定

c) 酵素のない対照は、上述の条件下では加水分解は検出できなかった。

## 例 2.3

基質としてアルギニン-パラニトロアニリド (10 mM) および求核試薬としてL-アミノ酸アミド (0.3 M) を用いる、pH 8.5 における40% DMF 中での、トリプシン<sup>1)</sup>触媒、L、L-トリペプチドアミドの合成

および求核試薬としてL-アミノ酸エチルまたは三級ブチルエチルを用いる、pH 7.5 および 8.5 における水中での、 $\alpha$ -キモトリプシン<sup>1)</sup>およびクロストリプシン<sup>1)</sup>触媒、L-トリペプチドエチルの合成

酵素	基質	求核試薬	(濃度)	生成物	収率
CT	TrpOEt	AlaOtBu	(0.8M)	TrpAlaOtBu	12%
CT	TrpOEt	ValOEt	(0.8M)	TrpValOEt	18%
CL	ArgOEt	MetOEt	(1.0M)	ArgMetOEt	33%

a) 5  $\mu$ M、0.1M KCl、pH 7.5

b) 10  $\mu$ M、50mM CaCl<sub>2</sub>、10mM DTT、TBA で pH 8.5 に調整

c) 変換率50%未満で測定

## 例 2.6

基質として様々なL-メチオニンエステルおよび求核試薬としてL-メチオニンアミドを用いる、様々な水/有機溶媒均一混合物中、pH 8.5、とくに指示のない限り求核試薬 1.0 M における、ブタリジンリパーゼ<sup>1)</sup>およびLipolase (Novo) (LIP)<sup>1)</sup>およびRhizopus Arrhizus リパーゼ (RA)<sup>1)</sup>触媒、L、L-メチオニル-メチオニンアミドの合成

求核試薬	生成物	収率 <sup>1)</sup>
メチオニンアミド	ArgMetNH <sub>2</sub>	45%
ロイシンアミド	ArgLeuNH <sub>2</sub>	31%
チロシンアミド	ArgTyrNH <sub>2</sub>	14%

a) 5  $\mu$ M

b) 変換率 80%未満で、標準により加水分解に対して測定

## 例 2.4

基質としてL-リジンエチルエステル (50 mM) および求核試薬としてL-アラニンアミド (0.8 M) を用いる、様々な pH の水中での、パパイン<sup>1)</sup>触媒、L、L-リジラルアラニンの合成

pH	収率 <sup>1)</sup>
8.5	21%
4.5	47%

a) 50  $\mu$ M、2mM EDTA、10mM システイン

b) 長時間反応; 変換率50%未満

c) 標準を用いて加水分解に対して測定し、不完全な変換について補正した。

## 例 2.5

基質としてL-アミノ酸エチルエステル (50 mM) お

酵素	基質 エステル	(濃度)	%	有機溶媒	収率 <sup>1)</sup>
PPL <sup>1)</sup>	エチル	(50mM)	0	—	55%
PPL <sup>1)</sup>	エチル	(50mM)	0	—	35%
PPL	エチル	(150mM)	0	—	42%
PPL	エチル	(200mM)	15	ジメトキシエタン	20%
PPL	エチル	(150mM)	30	イソプロパノール	36%
PPL	エチル	(50mM)	90	エチレングリコール	42%
PPL	n-プロピル	(50mM)	0	—	55%
PPL	n-ヘキシル	(50mM)	0	—	35%
LIP	エチル	(50mM)	0	—	47%
LIP	エチル	(50mM)	15	ジメトキシエタン	35%
LIP	n-ヘキシル	(50mM)	0	—	32%
RA	エチル	(50mM)	30	エタノール	22%

a) 1000  $\mu$ M ~ 2000  $\mu$ M

b) 50  $\mu$ M

c) pH 9.0

d) 0.25M 求核試薬

e) これらの条件下では、量的に変換する少量の脱アミド生成物が認められたが、記載した収率には含まれていない。

## 例 2.7

基質としてL-チロシンエチルエステルおよび求核試薬としてグリシンアミドを用いる、水中での、

Trichoderma Viridae セルラーゼ産菌、L-L-Tyr  
GlyNH<sub>2</sub> の合成

基質	(濃度)	反応試薬	(濃度)	生成物	収率
TyrOEt	(20mM)	GlyNH <sub>2</sub>	(0.5M)	TyrGlyNH <sub>2</sub>	23%
TyrOEt	(10mM)	GlyNH <sub>2</sub>	(0.5M)	TyrGlyNH <sub>2</sub>	34%

- a) 1000  $\mu$ M 阻酵素、pH8.5  
b) 500  $\mu$ M 阻酵素、pH8.0  
c) 変換率30% 未満で加水分解に対して測定し、同一条件下における対照に認められた加水分解および加水分解に対して補正した。

特表平4-501056 (14)  
補正書の翻訳文提出書 (特許法第184条の8)

平成 3 年 2 月 8 日

特許庁長官 殿

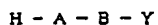
- 特許出願の提示 PCT/DK89/00193
- 発明の名称  
ジペプチドまたは構造関連化合物の酵素的製造方法
- 特許出願人  
住所(居所) デンマーク国 ティゲイ - 2200 コペンハーゲン エヌ・  
タゲンスベユ 18  
氏名(名称) カールバイオテック リミテッド アクティビゼンスカフ
- 代理人  
国 所 〒100 東京都千代田区大学町二丁目2番1号  
新大 学 町 ビ ル デ ン グ 331  
電 話 (3211) 3881 (代表)  
氏 名 (8689) 佐藤 才次
- 補正書の提出年月日 1990 年 3 月 9 日
- 添付書類の目録 補正書の翻訳文 1通



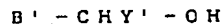
明 細 書

ジペプチドまたは構造関連化合物の酵素的製造方法

本発明は、一般式



(式中、Aは側鎖が保護されていてもよいL-もしくはD- $\alpha$ -アミノ酸残基または $\omega$ -アミノ酸残基であり、BはAと同種もしくは異種の側鎖が保護されていてもよいL-もしくはD- $\alpha$ -アミノカルボン酸残基、およびL-もしくはD-アミノリン酸残基またはL-もしくはD-アミノスルホン酸残基、または相当する $\omega$ -アミノ酸、またはそれらの塩もしくは水和物であり、YはOH、H、アルキル、アリール、アラールキルまたはC-末端保護基であり、ただしBがPhe、Yがアルキルである場合にはAはAspまたはGluではなく、あるいはBYは



とは基本的に異なり、アスパルテームに特異的な生物体によるものである。したがって、一般的に他のジペプチドに関連して適用できるものではない。さらに、収率は低く、発酵培地からの回収には労力を要する。

アスパルテームの既知の製造方法における上述の短所はEP-A2-289390に述べられている。この出願には、溶液中でL-アスパルギン酸 $\alpha$ -エステルまたはL-アスパラギン酸 $\alpha$ -アミドをL-フェニルアラニンアルキルエステルと、酵素、その酵素を含有する微生物、微生物の酵素含有分画、または固体支持体上に固定化された酵素の存在下に反応させるL-Asp-L-Phe-アルキルエステルが請求されている。この酵素は、L-アスパラギン酸 $\alpha$ -エステルまたはL-アスパラギン酸 $\alpha$ -アミドとL-フェニルアラニンアルキルエステルの縮合によりL-アスパルチル-L-フェニルアラニンアルキルエステルを生成できるものである。

者の保護基の回避を可能にすることは、金過程の経済性という意味で明らかに有利である。例題に保護基をもつが末端には保護基をもたないジペプチドを製造できることに興味をもたれる場合もあり、これは、例題は保護されているがアミノ基は保護されていない出発原料に出現する本発明の方法において示される。この場合、緩和な反応条件と金過程の経済性の同じ利点が得られる。所望により、例題保護基は、一般的に、アミノ保護基の場合よりも緩和な条件下に、化学的または酵素的手段で除去できる。

例題が保護されていないかともよいアミノ酸誘導体とC-末端が保護されていないかともよいB-成分（求核試薬）の使用が可能な酵素触媒カップリング反応も知られている。たとえば、DK特許明細書第155613号ならびに相当EP特許明細書第17485号（EP-B1-17485）に記載されている。この記載は参考として本明細書に導入する。

いが、基質成分のアミノ基保護が必須と考えていることは明白である。

EP-A1-278787の発明をさらに発展させた本発明は、ジペプチドおよびジペプチド誘導体の合成のための制面された反応における基質成分としてのN- $\alpha$ -非保護アミノ酸エステルおよびアミドの利用可能性がセリンまたはチオールカルボキシペプチダーゼに限られるものではなく、一般にアミダーゼまたはエステラーゼ、とくにセリンエンドプロテアーゼ、チオールエンドプロテアーゼ、リパーゼおよびエステラーゼによっても可能であるという驚くべき所見に基づくものである。

さらに、驚くべきことに、これらの反応における基質としてはD-コンフィギュレーションのN- $\alpha$ -非保護アミノ酸誘導体も使用でき、したがってL-ジペプチドのほかにD-L-ジペプチドも合成できることが見出された。しかしながら、D-基質についての反応速度は一般に、均一条件下では、L-基質についての

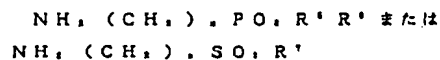
れているようにアスパラギン酸エンドプロテアーゼたとえばペプシンを使用する場合、EP-A1-009585にZ-Asp-PheOMe、PheOMe-塩の合成によって例示されているようにメタロエンドプロテアーゼを使用する場合にも必須である。

EP-A2-209430に例示されているL-アミノ酸と $\alpha$ -アミノホスホン酸との酵素的縮合は同様に、基質成分としてN- $\alpha$ -保護アミノ酸、たとえばBOC-Ala、BOC-LeuまたはBOC-Pheを遊離カルボン酸型で使用するものである。

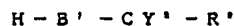
アミノおよびカルボキシ末端保護出発原料の使用は、非プロテアーゼたとえばアミダーゼ活性をもつエステラーゼについても必須と考えられていた。Blair Westら（Tetrahedron Letters, 28 (15): 1829-32, 1987）による、水性緩衝液を含んでいてもよい有機媒体中でのブタ脾リパーゼ、Candida cylindracea リパーゼおよびブタ肝エステラーゼの使用例がある。

一方、セルラーゼは、Kitazume, T.ら（J. Flourine Chen, 38: 225-236, 1987）によって記載されているように、これまで、完全に遊離の $\beta$ -アミノ酸の重合縮合型反応に合成的に使用されたことがあるにすぎない。

（式中、Bは先に定義したようにアミノカルボン酸残基であり、R<sup>1</sup>はアルキル、アリールまたはアラールキルである）を有するアミノ酸エステル、(d) 式



（式中、R<sup>1</sup>、R<sup>2</sup>およびR<sup>3</sup>はそれぞれ独立に水素、アルキルまたはアラールキルを有し、xは1-8、である）を有する酸基が保護されていてもよい直鎖状または分岐状アミノホスホン酸またはアミノスルホン酸、(e) 式



（式中、B<sup>1</sup>は先に定義した通りであり、Y<sup>1</sup>は0またはその官能性誘導体、好ましくはケタールであり、R<sup>1</sup>はH、アルキル、アリールまたはアラールキルである）を有するアミノ酸アルデヒドもしくはケトンまたはその誘導体、および(f) 式



（式中、B<sup>1</sup>およびY<sup>1</sup>は上述の意味を有する）

e) これらの条件下では、量的に反応する少量の脱アミド生成物が認められたが、記載した収率には含まれていない。

#### 例 2.7

基質として L-チロシンエチルエステルおよび求核試薬としてグリシンアミドを用いる、水中での、*Trichoderma Viridiae* セルラーゼ触媒、L, L-Tyr GlyNH<sub>2</sub> の合成

基質	(濃度)	求核試薬	(濃度)	生成物	収率
TyrOEt	(20mM)	GlyNH <sub>2</sub>	(0.8M)	TyrGlyNH <sub>2</sub>	23%
TyrOEt	(10mM)	GlyNH <sub>2</sub>	(0.8M)	TyrGlyNH <sub>2</sub>	34%
TyrOIPr	(10mM)	AlaNH <sub>2</sub>	(1.5M)	TyrAlaNH <sub>2</sub>	52%

a) 1000 μM 粗酵素、pH8.5

b) 500 μM 粗酵素、pH8.0

c) 変換率30%未満で加水分解に対して測定し、同一条件下における対照に認められた加水分解および加アミノ分解に対して補正した。

d) 使用した条件下では完全な酵素的変換が認められ、自然変換はみられなかった。

#### 例 2.8

基質としてチロシンエチルエステル (50 mM) および求核試薬として遊離の α-アミノカルボン酸を用いる、pH8.5 において水中での *Hunicola lanuginosa* リパー

ゼ触媒、遊離または側鎖保護 D, L-および L, L-ジペプチドの合成

基質	求核試薬	濃度	生成物	収率
D-Tyr-OEt	L-Arg-OH	1.0M	D,L-TyrArgOH	11%
D-Tyr-OEt	L-Glu(OEt)OH	0.5M	D,L-TyrGlu(OEt)OH	22%
D-Tyr-OEt	L-Glu(OEt)OH	0.5M	L,L-TyrGlu(OEt)OH	4%

a) 500 μM 市販等級の酵素

b) 長時間反応一日単位

#### 例 2.9

基質として L-チロシンエチルエステル (25 mM) および求核試薬として様々な α-アミノカルボン酸エステルを用いる、30% DMF 中 pH9.5 での、セリジエンドプロチアーゼ触媒、α-アミノ酸含有ジペプチドの合成

酵素	求核試薬	濃度	生成物	収率
チモトリプシン	B-Ala-OEt	1.5M	L-Tyr-BAlaOEt	4M
ズナリシン	B-Ala-OEt	1.5M	L-Tyr-BAlaOEt	7M
チモトリプシン	GABA-OEt	1.5M	L-Tyr-GABAOEt	4M
ズナリシン	GABA-OEt	1.5M	L-Tyr-GABAOEt	4M

a) 20 μM

b) B, A B A = γ-アミノ酪酸

#### 例 3.0

中間体 L, L-トリプトファンニルバリンエチルエステル、TyrValOEt を経由する L, L-トリプトファンニルバリン、TyrValOH の調製的製造

##### 操作

L-トリプトファンエチルエステル塩酸塩 (8.0 g、30 ミリモル) と L-バリンエチルエステル塩酸塩 (8.5.4 g、38.0 ミリモル) を水 300 ml に溶解し、水酸化ナトリウムで pH を 8.5 に調整した。反応は α-キモトリプシン 7.5 mg を添加して開始させ、反応期間中、室温、一定の pH で 45 分間攪拌した。ついで HCl 溶液を用いて pH を 3 に調整して反応を停止させた。

次に溶液を濾過し、濾液を、50 μm C-18 粒子を充填した 2 本のカラム (5.7 × 30 cm) を使い、溶出液は 5 mM HCl のアルコール濃度を上昇させていく RPLC-調製 HPLC によって精製した。

純粋な生成物を含む分画を集め、減圧下に蒸発させて濃縮し、最後に凍結乾燥した。

この操作により、L, L-トリプトファンニルバリンエチルエステル塩酸塩 1.70 g (4.8 ミリモル、15%) が無定形の粉末として得られた。

かくじて得られたジペプチドエステルを水 20 ml に再溶解し、pH を 6.5 に調整した。ブタ肝臓エステラーゼ (EC 3.1.1.1) 20 mg を含有する懸濁液 2 ml を次に加え、反応液を一定の pH で一夜攪拌し、澄明な反応

液が生成したのち、pH を 3 に調整した。

15 μm C-18 RPLC カラム (2.5 × 25 cm) を使い、50 mM HOAc のアルコール濃度を増大させていって溶出して、混合物を脱塩した。

純粋な生成物を含む分画を集め、減圧下に蒸発させて濃縮し、最後に凍結乾燥した。

この操作により、L, L-トリプトファンニルバリン 1.28 g (4.2 ミリモル、92%) が無定形の粉末として得られた。

##### TyrValOH-分析データ

##### 固定

生成物はアセテート含量 4.0% (w/w) であった。塩素は検出できなかった。

アミノ酸分析では遊離アミノ酸は存在しなかったが、加水分解後に以下の結果が得られた。

Val (1.00)

Trp (1.00)

ナトリウム D 線を用い 20 °C で測定した 1% HOAc 中、c = 0.01 における比旋光度は +28.1° であった。

##### 純度

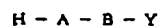
HPLC-純度: 88.7% (Novapak 4 μm C-18, 0.1 M リン酸アンモニウム, pH 3.01 アセトニトリル, 220 nm)

カールフィッシャーによる含水量: 5% (w/w)

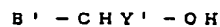


UV-定量: 86% (0.1N KOH中280nmにおいて)

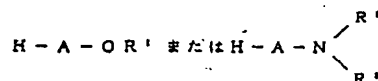
## 1. 一般式



(式中、Aは側鎖が保護されていてもよいL-もしくはD-α-アミノ酸残基またはω-アミノ酸残基であり、BはAと同様もしくは異種の側鎖が保護されていてもよいL-もしくはD-α-アミノカルボン酸残基、およびL-もしくはD-アミノリン酸残基またはL-もしくはD-アミノスルホン酸残基、または相当するω-アミノ酸、またはそれらの塩もしくは水和物であり、YはOH、H、アルキル、アリール、アラールキルまたはC-求核保護基であり、ただしBがPhe、Yがアルキルである場合にはAはAspまたはGluではなく、あるいはBYは



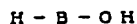
(式中、B'はBに関連して定義されたアミノカルボン酸のデカルボキシ誘導体であり、Y'はH、アルキル、アリールまたはアラールキルである)で示されるアミノアルコール残基を有するジペプチドまたは構造的に類縁の化合物を製造するにあたり、式



(式中、Aは上に定義したとおりであり、R'は不活性置換基で置換されていてもよいアルキル、アリールもしくはアラール基であるかまたはアミノ酸のα-deo-

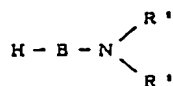
アミノフラグメントであり、R'およびR''は互いに同種または異種でありそれぞれ水素または不活性置換基で置換されていてもよいアルキル、アリールもしくはアラール基である)を有するアミノ酸誘導体である基質成分を、

(a) 式



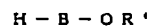
(式中、Bは上に定義したようにアミノカルボン酸残基である)を有するアミノ酸、

(b) 式



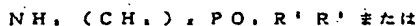
(式中、Bは上に定義したようにアミノカルボン酸残基であり、R'およびR''は、R'が水素である場合にはR''はヒドロキシまたはアミノでもよいことを除いて、上記の意味を有する)を有するアミノ酸アミド、

(c) 式



(式中、Bは上に定義したようにアミノカルボン酸残基であり、R'はアルキル、アリールまたはアラールキルである)を有するアミノ酸エステル、

(d) 式



(式中、R'、R''およびR'''はそれぞれ独立に水素、アルキル、アリールまたはアラールキルであり、xは1~8である)を有する、酸基が保護されていてもよい置換または分岐状アミノホスホン酸またはアミノスルホン酸、

[illegible]

U.S. DOCUMENTS AND MATERIALS FOR RELEASE (CONTINUED FROM THE SECOND SHEET)			
Category	Caption of Document(s), with reference, where appropriate, to the document paragraph	Excluded in Class No.	Released in Class No.
T	<p>CP, A2, 0 134 472 (AJINOMOTO CO., INC.)  11 September 1985  &amp; CP, 85301229  JP, 60164199  US, 866838  JP, 61035796</p>		1-14
T	<p>CP, A1, 0 017 485 (DE FORENEDE BRYGGERIER  A/S)  15 October 1980  see page 5, lines 1-5, pages 6-7  and the claims  &amp; WO, 80/02137  US, 4339334  CA, 1160973  AT, E, 9593  CA, 1177429  AU, 565416  US, 4806473</p>		1-14
P, I	<p>CP, A1, 0 278 787 (CARLSBERG BIOTECHNOLOGY  LTD. A/S)  17 August 1988  &amp; WO, 88/06187</p>		1-14

⑦発 明 者 ウイドマー，フレッド

⑦発 明 者 ハンセン、ソレン

デンマーク国ディーケー — 2200 コペンハーゲン エヌ。タゲ  
ンスベウ 16, カールバイオテック リミテッド アクティーゼル  
スカブ 氣付

デンマーク国ディーケー - 2400 コペンハーゲン エヌバイ,  
トムスガールドスベユ 102